

In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful



Copyright disclaimer

"La faculté" is a website that collects medical documents written by Algerian assistant professors, professors or any other health practicals and teachers from the same field.

Some articles are subject to the author's copyrights.

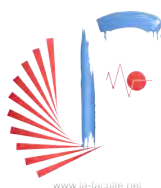
Our team does not own copyrights for the most content we publish.

"La faculté" team tries to get a permission to publish any content; however , we are not able to be in contact with all authors.

If you are the author or copyrights owner of any kind of content on our website, please contact us on: facadm16@gmail.com to settle the situation.

All users must know that "La faculté" team cannot be responsible anyway of any violation of the authors' copyrights.

Any lucrative use without permission of the copyrights' owner may expose the user to legal follow-up.



Module de Biophysique

Centre Maherzi – Faculté de Médecine
Université d'Alger

biophysique_facmed-alger@hotmail.com

quelques applications

- cours magistraux dispensés au cours du troisième trimestre -

Professeur M. CHEREF

« Physiology can no more be understood without biomechanics than an airplane can without aerodynamics »

Pr. Y. C. FUNG

« *Biomechanics, Mechanical Properties of Living Tissues* » Spring-Verlag - 1993

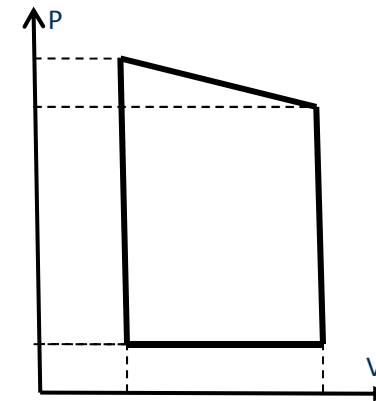
Mécanique cardiaque

Soit un ventricule gauche dont le cycle présente les caractéristiques suivantes:

$$V_{TD} = 150 \text{ ml} \quad F_E = 60 \%$$

Pressions :

- En début de contraction 1 kPa
- En fin de contraction isovolume 11 kPa
- En fin d'éjection 16 kPa



Calculer:

1. l'énergie mécanique développée par ce ventricule à chaque cycle $E = \text{aire} = P.V$
2. la puissance mécanique correspondante pour une fréquence cardiaque de 120 pulsations par minute. $E.Fc$

$$E = 1,125 \text{ J}$$

$$P = 2,25 \text{ W}$$

Biophysique du son et des ultrasons (1)

Exercice 1

En musique, le comma est un intervalle très petit, défini comme la plus petite variation de hauteur perceptible correspondant à une variation relative de

fréquence $\frac{\Delta f}{f} = \frac{1}{80}$.

En déduire la variation de fréquence discernable à 160 Hz et à 320 Hz.

Conclusion ?

160 Hz $\Delta f = 2 \text{ Hz}$

320 Hz $\Delta f = 4 \text{ Hz}$

Conclusion :

pour distinguer deux sons aigus, il faut un écart absolu en fréquence plus grand que celui nécessaire pour distinguer deux sons graves

Biophysique du son et des ultrasons (2)

Exercice 2

Si une source émet un son de 50 décibels, quel sera le niveau sonore de deux sources identiques ?

Echelle de puissance acoustique :

le niveau sonore d'un son de puissance acoustique W est défini par (exprimé en dB) :

$$S = 10 \cdot \log \frac{W}{W_0}$$

$$S_t = 10 \log (2) + 10 \log (W/W_0) = (3 + 50) \text{ dB}$$

Conclusion :

Pour une puissance double, la différence de niveau sonore n'est que de 3 dB

Biophysique du son et des ultrasons (3)

Exercice 3

Sachant que le seuil douloureux d'audition correspond à un son de 120 dB à 1000 Hz. Quelle est en W.m^{-2} la puissance surfacique du son correspondant ? On rappelle que la puissance surfacique de référence est $W_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.

$$S = 10 \cdot \log \frac{W}{W_0} \quad \longrightarrow \quad 120 \text{ dB} = 10 \log (W/W_0) \quad \longrightarrow \quad 12 = \log (W/W_0)$$

$$\longrightarrow \quad W/W_0 = 10^{12} \quad \longrightarrow \quad W = 1 \text{ W.m}^{-2}$$

Biophysique du son et des ultrasons (4)

Exercice 4

On donne les impédances acoustiques suivantes :

Air: $0,04 \cdot 10^3 \text{ g cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ Os compact: $6,10 \cdot 10^5 \text{ g cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Os spongieux : $2,55 \cdot 10^5 \text{ g cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

- Calculer les coefficients de réflexion et de transmission lorsqu'une onde sonore passe de l'air à l'os compact
- Calculer les coefficients de réflexion et de transmission lorsqu'une onde sonore passe de l'os compact à l'os spongieux. Conclusion.

Coefficients de Réflexion et de Transmission

$$R = \frac{W_R}{W_T} = \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right)^2$$

$$T = \frac{W_T}{W_I} = \frac{4Z_1 Z_2}{(Z_2 + Z_1)^2}$$

Biophysique du son et des ultrasons (5)

Exercice 4 (suite)

a. Calculer les coefficients de réflexion et de transmission lorsqu'une onde sonore passe de l'air à l'os compact

$$R + T = 1 \quad R = 0,99974 \quad \text{et} \quad T = 0,00026$$

b. Calculer les coefficients de réflexion et de transmission lorsqu'une onde sonore passe de l'os compact à l'os spongieux

$$R + T = 1 \quad R = 0,17 \quad \text{et} \quad T = 0,83$$

$$R = \frac{W_R}{W_T} = \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right)^2$$

$$T = \frac{W_T}{W_I} = \frac{4Z_1 Z_2}{(Z_2 + Z_1)^2}$$

Biophysique du son et des ultrasons (6)

Exercice 4 (suite)

Conclusion :

- dans le premier cas, + de 99% des ondes ultrasonores sont réfléchies, l'exploration en profondeur n'est pas possible. On parle d'interface « dure »
- dans le second cas, les 83% de transmission induise que l'exploration en profondeur est parfaitement possible.

Biophysique du son et des ultrasons (7)

Exercice 5

- 1-La célérité d'une onde sonore dans l'eau est de 1500 m/s. sachant que sa longueur d'onde est de 3m, déterminer sa fréquence.
- 2- cette onde est-elle audible par un être humain ?
- 3-au cours de sa propagation, cette onde change de milieu et rentre dans l'air, que devient sa fréquence ?
- 4-sachant que la célérité du son dans l'air est de 340 m/s, déterminer la longueur d'onde de ce son dans l'air.

1. $f = 500 \text{ Hz}$

4. $\lambda = 0,68 \text{ m}$

Biophysique du son et des ultrasons (8)

Exercice 6

Soit une source ultrasonore plane de fréquence 1 MHz ; sachant que le coefficient d'absorption du muscle vaut $\alpha = 0,15 \text{ cm}^{-1}$ pour une fréquence 1 MHz,

1. Calculer en centimètres l'épaisseur d'absorption à 50 %.
2. Si le coefficient α varie comme le carré de la fréquence, en déduire l'épaisseur d'absorption 50 % pour une onde US plane de fréquence 3 MHz.

$$P(x) = P_0 e^{(-\alpha x)}$$

$P(x)$: Expression de la pression (unidimensionnel)

α : Coefficient d'atténuation

P_0 : Expression de la pression à l'interface

$$1) P/P_0 = 0,5 \quad \longrightarrow \quad X = [\ln(0,5)]/-\alpha \quad \longrightarrow \quad X = 4,62 \text{ cm}$$

Biophysique du son et des ultrasons (9)

Exercice 6 (suite)

Soit une source ultrasonore plane de fréquence 1 MHz ; sachant que le coefficient d'absorption du muscle vaut $\alpha = 0,15 \text{ cm}^{-1}$ pour une fréquence 1 MHz,
2. Si le coefficient α varie comme le carré de la fréquence, en déduire l'épaisseur d'absorption 50 % pour une onde US plane de fréquence 3 MHz.

$$\begin{array}{ccc} \alpha & \longrightarrow & 3^2 \\ 0,15 & \longrightarrow & 1^2 \end{array} \quad \longrightarrow \quad \alpha = 3^2 \times 0,15/1^2 = 1,35 \text{ cm}^{-1}$$

$$P(x) = P_0 e^{(-\alpha x)}$$

$$P/P_0 = 0,5 \quad \longrightarrow \quad X = [\ln(0,5)]/-\alpha \quad \longrightarrow \quad X = 0,513 \text{ cm}$$

Conclusion :

plus la fréquence est élevée, moins l'onde ultrasonore est pénétrante

Biophysique du son et des ultrasons (10)

Exercice 7

Pour déterminer la vitesse V d'écoulement du sang dans une artère, une sonde Doppler de fréquence ultrasonore égale à $f_0 = 5$ MHz, inclinée de $\theta = 60^\circ$ par rapport à la peau est utilisée.

Sachant que la variation de fréquence détectée est $\Delta f = 974$ Hz et que la célérité c des ondes ultrasonores dans le milieu traversé est $c = 1540$ m/s, calculer la vitesse v de l'écoulement sanguin

$$V = \frac{c \cdot \Delta f}{2 \cdot f_0 \cdot \cos(\theta)}$$

V : vitesse des hématies
 c : célérité des ultrasons

$$V = 0,3 \text{ m/s}$$